

文章编号: 1001-1986(2007) 04-0005-03

沁水盆地晚古生代煤系层序地层及岩相古地理研究

徐振永^{1,2}, 王延斌¹, 陈德元³, 周国文³, 王长胜³

(1. 中国矿业大学, 北京 100083; 2. 中油国际海外研究中心, 北京 100083;
3. 长安大学, 陕西 西安 710054)

摘要: 运用层序地层学及沉积学的方法和原理, 根据野外露头、钻井及区域地质资料分析, 认为山西沁水盆地煤系主要存在碳酸盐岩台地、碎屑岩浅海和三角洲等沉积相类型。进行层序界面的识别、沉积相的分析和准层序的研究对比, 将沁水盆地煤系划分为两个层序, 每个层序又分为海侵体系域和高位体系域(或缺低位体系域)。在此基础上, 以体系域为单位编制了岩相古地理图, 并分析了各个体系域的岩相古地理特征。

关键词: 煤系; 层序地层; 沉积相; 岩相古地理; 沁水盆地

中图分类号: P539.2; P534.45~46; P618.1102 **文献标识码:** A

Sequence stratigraphy & lithofacies palaeogeography in Qinshui Basin

XU Zhen-yong^{1,2}, WANG Yan-bin¹, CHEN De-yuan³, ZHOU Guo-wen³, WANG Chang-sheng³

(1. China University of Mining & Technology, Beijing 100083, China; 2. CNPC International Research Center, Beijing 100083, China; 3. Chang'an University, Xi'an 710054, China)

Abstract Using the theory and methods of sequence stratigraphy and sedimentology, the sequence stratigraphy and lithofacies palaeogeography in Early Permian-Late Carboniferous of the Qinshui Basin in Shanxi Province are studied on the basis of outcrops, well logging data and other geological information. According to sedimentary characters, several primary sedimentary facies are identified, such as carbonate platform, clastic shallow sea and delta. In this paper, coal-bearing strata in the Qinshui Basin are divided into two sequences which consist of transgressive system tracts and highstand system tracts. Lowstand system tracts are not developed. The lithofacies palaeogeography maps of each system tract are also plotted.

Key words: coal-bearing strata; sequence stratigraphy; sedimentary facies; lithofacies palaeogeography; Qinshui Basin

近年来, 应用层序地层学研究聚煤盆地已有很大进展, 并取得了大量研究成果。但是, 由于聚煤盆地的复杂性及成煤环境的多样性, 致使在建立聚煤盆地的层序地层格架时, 在层序界面的认定和划分上, 不同学者的观点存在一定分歧^[1-2]。

沁水盆地是我国(石炭—二叠纪)的主要含煤盆地, 多年来, 对其进行聚煤环境分析的论文比较多, 但对其专门进行层序地层研究的论著比较少。为此, 本文通过建立沁水盆地上石炭统一二叠统的层序地层格架, 对该区岩相古地理特征进行研究。

1 基本地质特征

沁水盆地位于山西省东南部, 东西宽约 120 km, 南北长约 330 km, 总面积约 $3 \times 10^4 \text{ km}^2$ 。在区域构造位置上, 研究区位于华北地台的中部, 属于山西隆起二级构造带上的一个三级构造单元。区域内部断层不太发育, 只在中部有一组近东西向的正断层, 在盆地的东西边部断层较发育, 构造也相对复杂。研

究区域在构造形态上表现为南北翘起的箕状, 东西两翼基本对称。受构造特征的影响, 煤系在盆地中部埋藏最深, 至奥陶系顶面埋深为 1 000~2 200 m; 东西部地区由于距盆地边界较近, 煤系埋深较浅, 通常为 600 m 左右。在盆地中部, 煤层连续性受断层影响小, 在盆地周围则受断层影响较大^[3-4]。

研究区内, 上石炭统一二叠统发育齐全, 分布范围非常广泛, 地层总厚度一般为 80~250 m。盆地周边有许多出露完好的露头剖面及采煤矿区; 盆地内部也有多口探井, 这为本次研究提供了有利条件。

在研究区, 石炭系下统缺失, 上石炭统包括本溪组和晋祠组; 下二叠统包括太原组和山西组, 各组岩性及厚度略有差别。

2 沉积相类型

根据沁水盆地周边露头剖面和探井岩性剖面研究, 在本区识别出碳酸盐岩台地、碎屑岩浅海、滨岸滩坝、障壁岛、泻湖、潮坪、三角洲以及河流等沉积相

类型。其中,碳酸盐岩台地、碎屑岩浅海和三角洲是本区主要的沉积相类型,其他相类型虽然存在,但是较为少见^[5-7](图 1)。

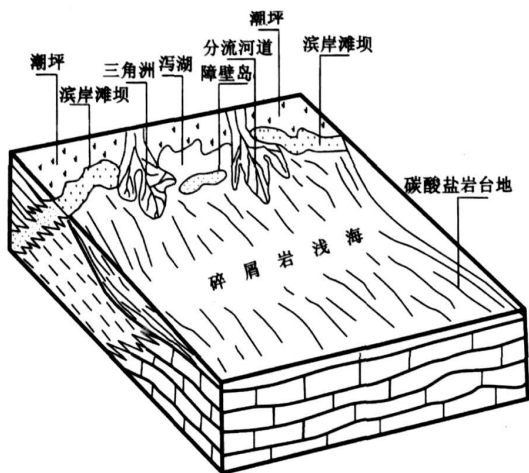


图 1 沁水盆地上石炭统一下二叠统沉积模式简图

Fig. 1 Sedimentary model of the Lower Permian—Upper Carboniferous coal measures in Qinshui Basin

研究区内,碳酸盐岩台地相石灰岩在各组中均有分布,且以太原组分布最广。石灰岩通常代表一个海泛过程,是一个沉积旋回的起始岩层,在垂向上通常位于沉积旋回的下部。

在碳酸盐岩台地相上,通常为碎屑岩浅海相泥岩或滨岸滩坝砂岩,通常位于沉积旋回的中部。碎屑岩浅海相在本区各组中均较发育,沉积范围十分广泛。

在碎屑岩浅海相沉积之上为煤层、滨岸滩坝相或障壁岛相砂岩。

3 层序地层

本次层序划分是在前人关于华北盆地石炭—二叠系研究的基础上,结合露头、探井、古生物及区域地质资料进行的。

首先,选择出露好、资料丰富的太原西山剖面为基干剖面,进行系统的层序划分,在上石炭统一下二叠统中识别出 3 个层序界面,2 个层序。层序 I 的底界为上石炭统与奥陶系之间的不整合面,其顶界为晋祠组 15 号煤层的顶界、庙沟灰岩的底界,包括本溪组、晋祠组,厚约 50~100 m;层序 II 底界为庙沟灰岩的底界,顶界为山西组顶界、下石盒子组骆驼脖子砂岩底界,包括太原组和山西组,厚约 60~150 m(图 2)。同时,在每个层序内部分别识别出若干准层序组。

晚石炭世—早二叠世,研究区处于陆表海沉积背景之下,故缺失低位体系域,只有海侵体系域和高

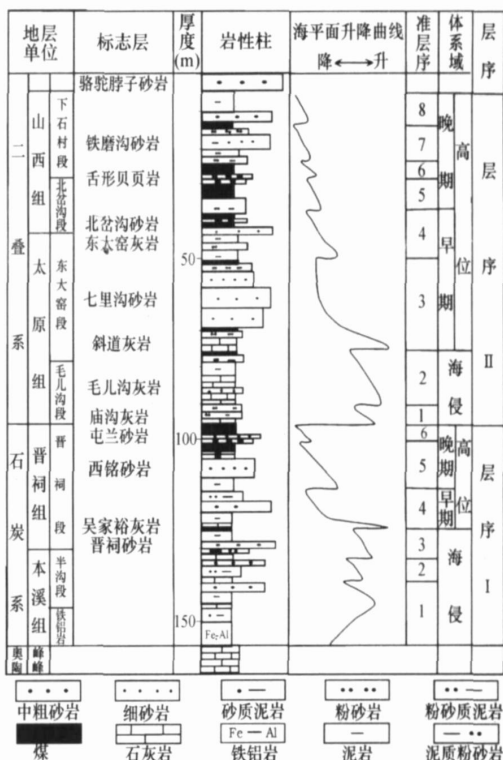


图 2 西山剖面上石炭统一下二叠统层序划分图

Fig. 2 Lower Permian—Upper Carboniferous sequence division map of Xishan coalfield

水位体系域。这一点已被众多学者所公认^[8-9]。

通过与盆地内其他露头剖面以及盆地内钻井剖面进行对比,以太原西山标准剖面及盆地周围的露头剖面和盆地中部的钻井剖面为基础,建立了全盆地的层序地层格架。

4 岩相古地理特征

晚石炭世—早二叠世,沁水盆地主要以海陆交互相互沉积为主,根据区域地质背景分析,存在南、北两个物源。北物源来自华北地块北缘的内蒙古隆,南物源来自华北地块南缘。从保存的动植物化石来看,沉积环境主要为温度较高的热带、亚热带浅海^[10]。

在研究区,灰岩是晚石炭世—早二叠世最重要的沉积类型,它往往代表了海侵的规模及持续时间的长短。但就整个时期来说,其沉积厚度不大,为反映各时期的海侵规模,综合各时期的灰岩百分含量及区域地质情况,将其含量大于 15% 的地区定为碳酸盐岩台地沉积。

煤层在本时期也是一类特殊的沉积层,广泛发育的煤层往往代表一个海退过程的结束及一个海侵期的开始,是海退—海侵旋回中具有成因意义的重要沉积层。由于其在地层中所占厚度百分比不大,

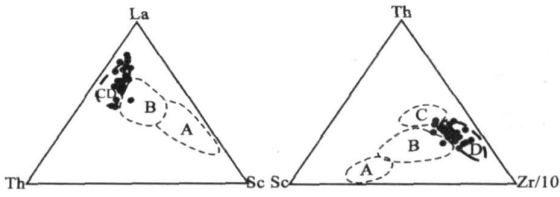


图 5 山西组样品的 La—Th—Sc 和 Th—Sc—Zr 图解^[12]

Fig. 5 Diagram of La—Th—Sc and Th—Sc—Zr for samples of Shanxi Formation

A——大洋岛弧; B——大陆岛弧; C——活动边缘;
D——被动大陆边缘

b. 山西组沉积时, 受华力西构造运动的影响, 华北地台北缘逐步抬升, 北高南低的古构造格局非常明显, 因此, 出现了沉积作用的南北差异。

c. 根据山西组沉积岩常量与微量元素分布特征均得出, 大地构造环境为被动大陆边缘环境。其物源为古老造山带的沉积岩、变质岩区。

d. 鄂尔多斯盆地西缘山西组的物源主要以再旋回的造山带物质为主, 估计其来自当时已隆起的阴山地区; 另外, 西北方向的阿拉善地块及邻区出露的上太古界千里山群、宗别立群以及元古界贺兰山群也是其重要物源之一; 而南部物源很少。

参考文献

[1] 解国爱, 张庆龙, 郭令智, 等. 鄂尔多斯盆地西缘和南缘古生代前陆盆地及中央古隆起成因与油气分布[J]. 石油学报, 2003, 24

(2): 18—23.
[2] 赵红格, 刘池洋. 物源分析方法及研究进展[J]. 沉积学报, 2003, 21(3): 409—415.
[3] 吴世敏, 陈汉宗. 沉积物物源分析的现状[J]. 海洋科学, 1999(2): 35—37.
[4] DICKINSON W R, VALINI R. Provenance of North American Phanerozoics and sandstones in relation to tectonics setting[J]. Geol Soc Am Bull, 1983, 94(2): 222—235.
[5] DICKINSON W R, SUZCEK C A. Plate tectonics and sandstone compositions[J]. Bull. Am. Assoc. Pet. Geol. 1979, 63: 2164—2182.
[6] P. E. 波特, F. J. 佩蒂庄. 古流和盆地分析[M]. 陈发景, 李明诚, 译. 北京: 科学出版社, 1984: 293—309.
[7] BHATIA M R. Plate tectonics and geochemical composition of sandstones[J]. J Geol, 1983(91): 611—627.
[8] ROSER B P, KORSCH R J. Determination of tectonic setting of sandstone—mudstone suites using SiO₂ content and K₂O/Na₂O ratio[J]. The Journal of Geol, 1986(94): 635—650.
[9] MCLENNAN S M, TAYLOR S R. Geochemical evolution of Archean shales from South Africa 1. The Swaziland and pongola supergroups[J]. Precambrian Research, 1983(22): 93—124.
[10] MIDDLETON G V. Chemical composition of sandstones[J]. Geol. Soc. America Bull., 1960, 71: 1011—1026.
[11] BHATIA M R. Rare earth element geochemistry of Australian Paleozoic graywackes and mudrocks: provenance and tectonic control[J]. Sedimentary Geology, 1985(45): 97—113.
[12] BHATIA M R, CROOK K A W. Trace element characteristics of graywackes and tectonic setting discrimination of sedimentary basins[J]. Contrib Mineral Petro, 1986(92): 181—193.
[13] BHATIA M R, TAYLOR S R. Trace—element geochemistry and sedimentary Provinces: a study from the Tasman Geosyncline[J]. Australia. Chem. Geol., 1981, 33: 115—125.

(上接第 7 页)

5 结语

a. 根据沁水盆地露头、钻井及古生物资料的研究分析, 认为研究区发育碳酸盐岩台地、碎屑岩浅海、滨岸滩坝、障壁岛、泻湖、潮坪、三角洲及河流相等类型沉积。其中, 碳酸盐岩台地、碎屑岩浅海及三角洲相是本区上石炭统—下二叠统最主要的沉积相类型, 其他类型较少;

b. 将研究区煤系划分出了两个层序, 每个层序只发育海侵体系域及高位体系域, 低位体系域不发育;

c. 通过对研究区岩相古地理分析, 认为层序 I 海侵体系域的海侵方向来自东北部, 规模相对较小, 层序 II 海侵体系域的海侵方向来自西南部, 规模较大。

参考文献

[1] 李思田. 含煤盆地层序地层分析的几个问题[J]. 煤田地质与勘

探, 1993, 21(4): 1—8.
[2] 韩德馨, 任德贻. 中国煤岩学[M]. 北京: 中国矿业大学出版社, 1996.
[3] 桑树勋, 陈世悦, 刘焕杰. 华北晚古生代成煤环境与成煤模式多样性研究[J]. 地质科学, 2001, 36(2): 212—221.
[4] 陈世悦, 刘焕杰. 含煤建造露头层序地层分析——以太原西山石炭—二叠系露头为例[J]. 煤田地质与勘探, 1995, 23(3): 13—18.
[5] 邵龙义, 窦建伟, 张鹏飞. 含煤岩系沉积学和层序地层学研究现状和展望[J]. 煤田地质与勘探, 1998, 26(1): 4—9.
[6] 黄志明, 张鸿升, 许建国, 等. 山西寿阳矿区含煤岩系沉积环境及聚煤特征[J]. 沉积学报, 1989, 7(1): 91—100.
[7] 邵龙义, 张鹏飞, 窦建伟, 等. 含煤岩系层序地层分析的新认识——兼论河北南部晚古生代层序地层格架[J]. 中国矿业大学学报, 1999, 28(1): 20—24.
[8] 李增学. 内陆表海聚煤盆地的层序地层分析——华北内陆表海聚煤盆地的研究进展[J]. 地球科学进展, 1994, 9(6): 65—70.
[9] HORNE J C, FERM J C, CARUCCIO F T, et al. Depositional models in coal exploration and mine planning in Appalachian Region[J]. AAPG, 1978, 62(12): 2379—2411.
[10] 煤田地质教研组. 山西路安石炭—二叠纪煤系和煤岩综合研究[J]. 北京矿业学院学报, 1953 18: 114—148.

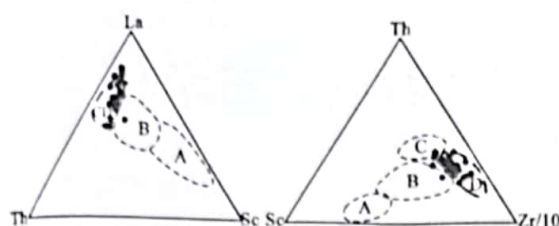
图5 山西组样品的 La-Th-Sc 和 Th-Sc-Zr 图解^[12]

Fig.5 Diagram of La-Th-Sc and Th-Sc-Zr for samples of Shanxi Formation

A——大洋岛弧; B——大陆岛弧; C——活动边缘;
D——被动大陆边缘

b. 山西组沉积时,受华力西构造运动的影响,华北地台北缘逐步抬升,北高南低的古构造格局非常明显,因此,出现了沉积作用的南北差异。

c. 根据山西组沉积岩常量与微量元素分布特征均得出,大地构造环境为被动大陆边缘环境。其物源为古老造山带的沉积岩、变质岩区。

d. 鄂尔多斯盆地西缘山西组的物源主要以再旋回的造山带物质为主,估计其来自当时已隆起的阴山地区;另外,西北方向的阿拉善地块及邻区出露的上太古界千里山群、宗别立群以及元古界贺兰山群也是其重要物源之一;而南部物源很少。

参考文献

- [1] 解国爱,张庆龙,郭令智,等.鄂尔多斯盆地西缘和南缘古生代前陆盆地及中央古隆起成因与油气分布[J].石油学报,2003,24

(2):18-23.

- [2] 赵红格,刘池洋.物源分析方法及研究进展[J].沉积学报,2003,21(3):409-415.
[3] 吴世敏,陈汉宗.沉积物物源分析的现状[J].海洋科学,1999(2):35-37.
[4] DICKINSON W R, VALLINI R. Provenance of North American Phanerozoic and sandstones in relation to tectonic setting[J]. Geol Soc Am Bull, 1983, 94(2):222-235.
[5] DICKINSON W R, SUZCEK C A. Plate tectonics and sandstone compositions[J]. Bull. Am. Assoc. Pet. Geol. 1979, 63:2164-2182.
[6] P. E. 波特, F. J. 佩蒂. 古流和盆地分析[M]. 陈发景, 李明诚, 译. 北京: 科学出版社, 1984:293-309.
[7] BHATIA M R. Plate tectonics and geochemical composition of sandstones[J]. J Geol, 1983(91):611-627.
[8] ROSE B P, KORSCH R J. Determination of tectonic setting of sandstone-mudstone suites using SiO_2 content and K_2O/Na_2O ratio[J]. The Journal of Geol, 1986(94):635-650.
[9] MCLENNAN S M, TAYLOR S R. Geochemical evolution of Archean shales from South Africa 1. The Swaziland and pongola supergroups[J]. Precambrian Research, 1983(22):93-124.
[10] MIDDLETON G V. Chemical composition of sandstones[J]. Geol. Soc. America Bull., 1960, 71: 1011-1026.
[11] BHATIA M R. Rare earth element geochemistry of Australian Paleozoic graywackes and mudrocks: provenance and tectonic control[J]. Sedimentary Geology, 1985(45):97-113.
[12] BHATIA M R, CROOK K A W. Trace element characteristics of graywackes and tectonic setting discrimination of sedimentary basins[J]. Contrib Mineral Petro, 1986(92):181-193.
[13] BHATIA M R, TAYLOR S R. Trace-element geochemistry and sedimentary Provinces: a study from the Tasman Geosyncline[J]. Australia. Chem. Geol., 1981, 33:115-125.

(上接第7页)

5 结语

a. 根据沁水盆地露头、钻井及古生物资料的研究分析,认为研究区发育碳酸盐岩台地、碎屑岩浅海、滨岸滩坝、障壁岛、泻湖、潮坪、三角洲及河流相等类型沉积。其中,碳酸盐岩台地、碎屑岩浅海及三角洲相是本区上石炭统一下二叠统最主要的沉积相类型,其他类型较少;

b. 将研究区煤系划分出了两个层序,每个层序只发育海侵体系域及高位体系域,低位体系域不发育;

c. 通过对研究区岩相古地理分析,认为层序Ⅰ海侵体系域的海侵方向来自东北部,规模相对较小,层序Ⅱ海侵体系域的海侵方向来自西南部,规模较大。

参考文献

- [1] 李思田.含煤盆地层序地层分析的几个问题[J].煤田地质与勘

探,1993,21(4):1-8.

- [2] 韩德馨,任德昭.中国煤岩学[M].北京:中国矿业大学出版社,1996.
[3] 桑树勋,陈世悦,刘焕杰.华北晚古生代成煤环境与成煤模式多样性研究[J].地质科学,2001,36(2):212-221.
[4] 陈世悦,刘焕杰.含煤建造露头层序地层分析——以太原西山石炭二叠系露头为例[J].煤田地质与勘探,1995,23(3):13-18.
[5] 邵龙义,宋建伟,张鹏飞.含煤岩系沉积学和层序地层学研究现状和展望[J].煤田地质与勘探,1998,26(1):4-9.
[6] 黄志明,张鸿升,许建国,等.山西寿阳矿区含煤岩系沉积环境及聚煤特征[J].沉积学报,1989,7(1):91-100.
[7] 邵龙义,张鹏飞,宋建伟,等.含煤岩系层序地层分析的新认识——兼论河北南部晚古生代层序地层格架[J].中国矿业大学学报,1999,28(1):20-24.
[8] 李增学.内陆表海聚煤盆地的层序地层分析——华北内陆表海聚煤盆地的研究进展[J].地球科学进展,1994,9(6):65-70.
[9] HORNE J C, FERM J C, CARUCCIO F T, et al. Depositional models in coal exploration and mine planning in Appalachian Region[J]. AAPG, 1978, 62(12):2379-2411.
[10] 煤田地质教研组.山西潞安石炭二叠纪煤系和煤岩综合研究[J].北京矿业学院学报,1953,18:114-148.

